



POLITECNICO
MILANO 1863

Diagnosi energetica finalizzata all'efficientamento energetico ed impiantistico

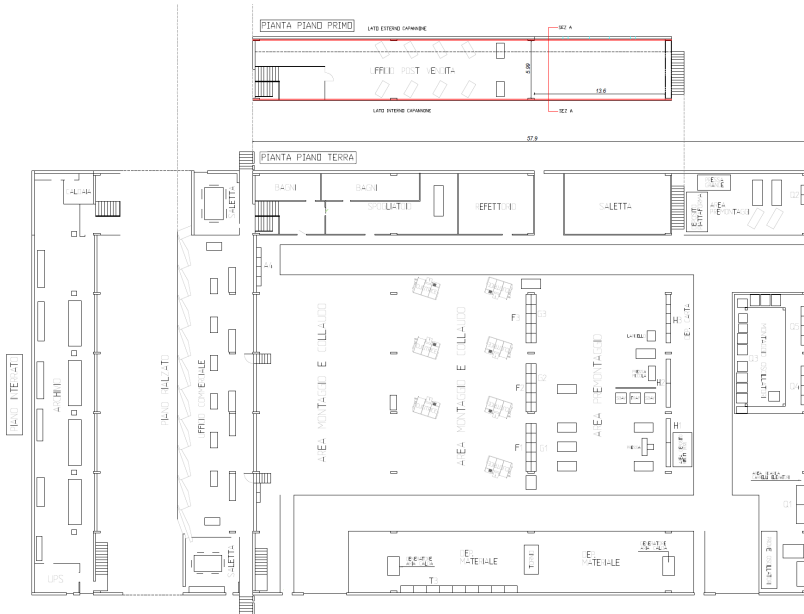
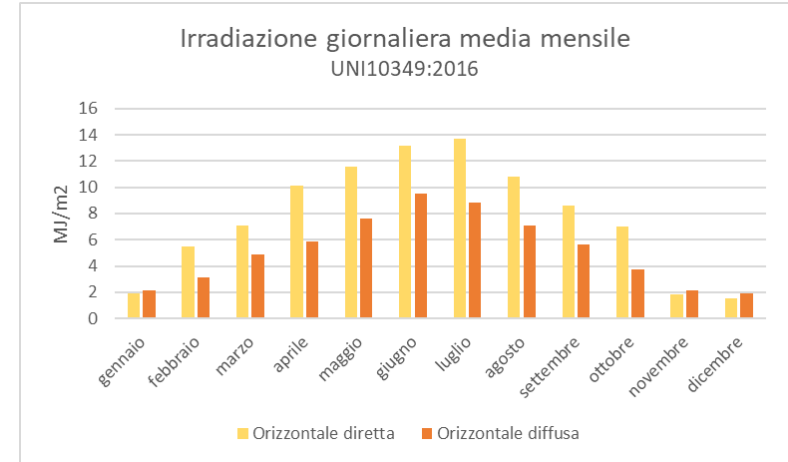
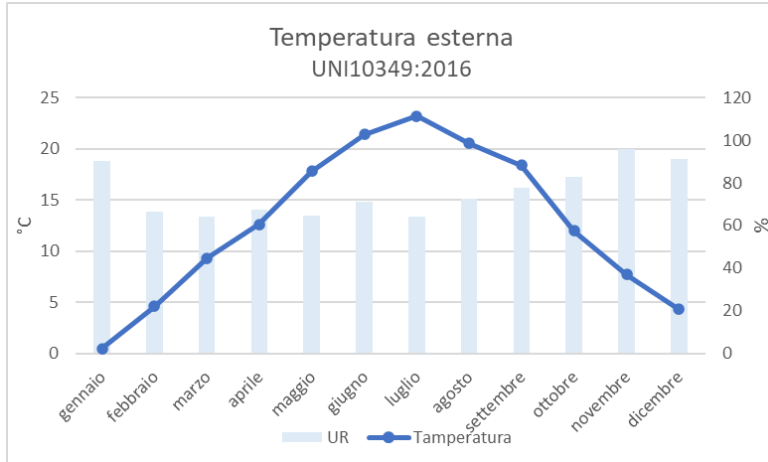
MECCANOTECNICA SpA



CONFINDUSTRIA
Bergamo

Sintesi dei risultati ottenuti

Dati generali



Descrizione edificio

Dati involucro



	Materiale	Spessore [m]	Calore specifico [J/kgK]	Conducibilità [W/mK]	Densità [kg/m ³]
Pareti esterne	Blocchi Leca B25 ST	0,25	1000	0,703	1600
Copertura	Lamiera Ondulit COVERIB	0,0024	502	50	7850
	Lana di vetro	0,03	1030	0,040	50
	Lamiera preverniciata	0,0006	502	200	7850
Pavimentazione	Calcestruzzo	0,3	1000	1,4	2000

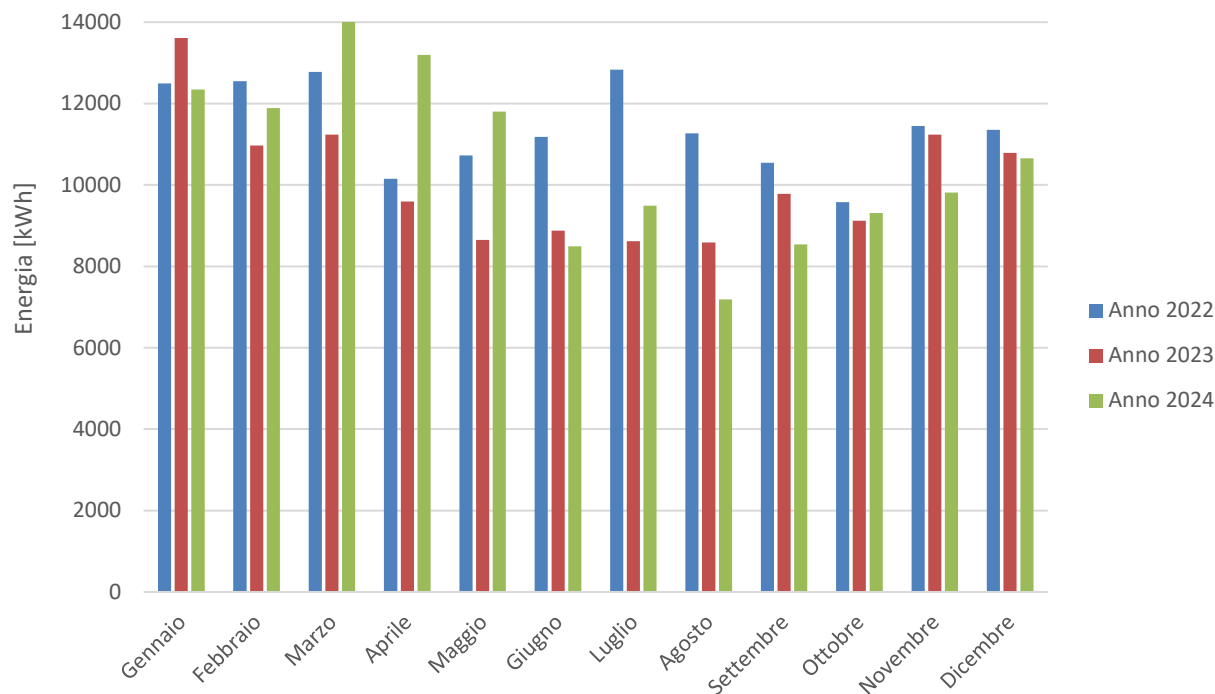
Descrizione edificio

Impianti



Tipologia	Alimentazione	Costruttore	Modello – Matricola	Potenza Nominale	Anno	Servizio
Generatore Con Bruciatore	Metano	Termomecsol	G 300 214/G – Abbinato a bruciatore RIELLO 886T	348,8kW	1991	Riscaldamento reparto produzione
Generatore Con Bruciatore	Metano	Termomecsol	G 300 214/G – Abbinato a bruciatore TERMOMECSOL Z2G	348,8kW	1991	Riscaldamento reparto produzione
Caldaia	Metano	Baxi	CALDAIA BAXI POWER HT 1850 - Matr. B90334063	85 kW	2009	Riscaldamento Ufficio post- vendita, bagni, refettorio, saletta riunioni + Acqua calda sanitaria
Caldaia	Metano	Baxi	CALDAIA BAXI POWER HT 1850 - Matr. B90334061	85 kW	2009	Riscaldamento Ufficio commerciale, piano seminterrato

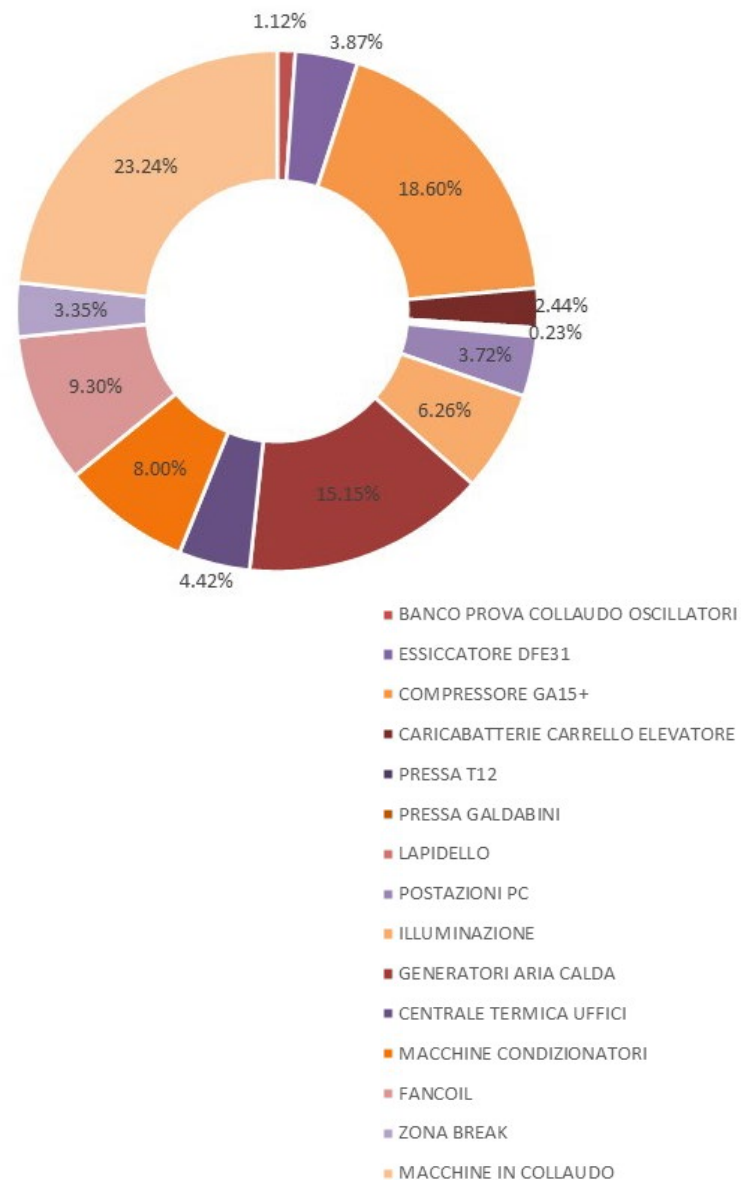
Analisi dei consumi di energia elettrica



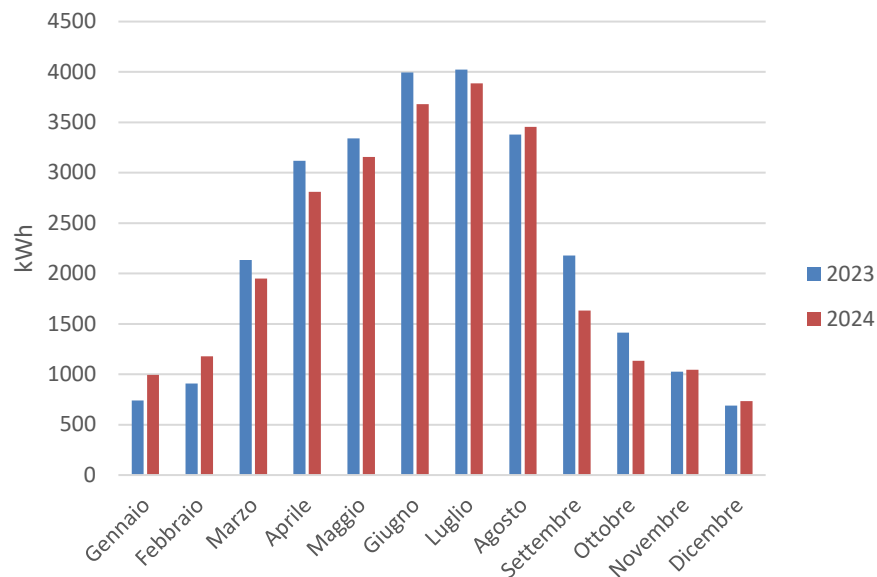
Il consumo annuo di energia elettrica nel triennio 2022-2024, che è al netto della quota prodotta dal fotovoltaico ed autoconsumata istantaneamente, rimane pressoché costante con un consumo annuo totale di 136.908 kWh nel 2022, 119.459 kWh nel 2023 e 125.442 kWh nel 2024, con una **media di circa 125.500 kWh/anno**. L'andamento mensile è circa costante, con una leggera flessione nei mesi estivi imputabile appunto al contributo dell'impianto fotovoltaico

Analisi dei consumi di energia elettrica

Apparecchio	Potenza [kW]	Fattore di carico [%]	Periodo operativo [ore/giorno]	Consumo giornaliero [kWh/giorno]	Giorni operativi al mese	Consumo annuo [kWh]
Banco prova collaudo oscillatori	1,2	1	24	28,8	4	1.336
Essiccatore dfe31	2,5	1	8	20	20	4.640
Compressore ga15+	15	0,8	8	96	20	22.272
Compressore ga15	15	0,8	0	0	0	0
Caricabatterie carrello elevatore	10,5	1	6	63	4	2.923
Pressa Omcn 154/nl	1,5	1	1	1,5	4	69,6
Pressa t12	4	1	1	4	4	185,6
Pressa Galdabini	6	1	1	6	4	278,4
Mola a nastro	0,18	1	1	0,18	4	8,3
Mola a spazzola	1,1	1	1	1,1	4	51
Lapidello	4	1	1	4	4	185,6
Trapano a colonna	1	0,5	1	0,5	4	23,2
Pressa Omcn	1,5	1	1	1,5	4	69,6
Tornio Labor	3,3	0,7	1	2,31	4	107
Postazioni pc	6	0,4	8	19,2	20	4.454
Illuminazione	6	1	9	54	20	7.499
Generatori aria calda	12	0,9	12	129,6	20	18.144
Centrale termica uffici	3,5	0,9	12	37,8	20	5.292
Condizionatori	30	variabile	12	252	variab.	13.576
Fancoil	6	1	8	48	20	11.136
Zona break	1,6	0,3	24	11,52	30	4.009
Macchine in collaudo	15	1	8	120	20	27.840
TOTALE						124.099



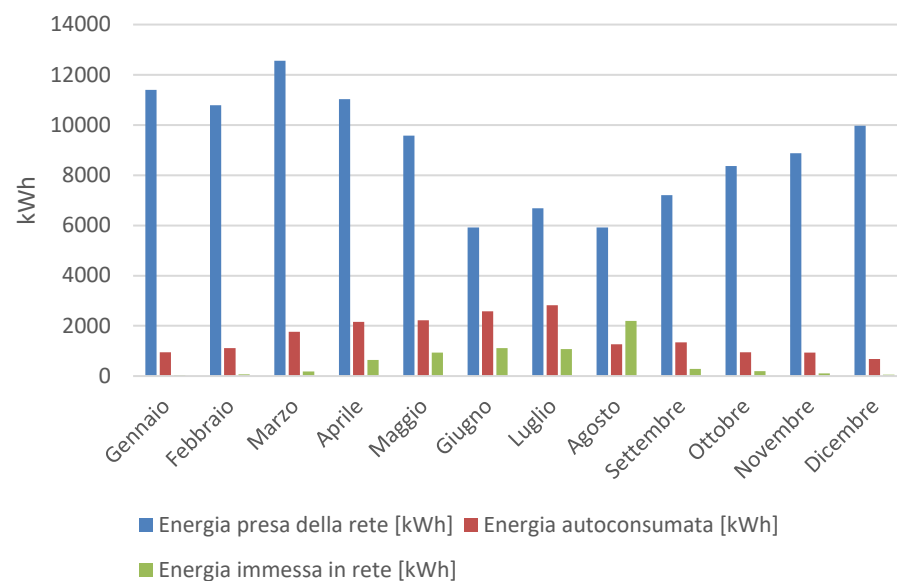
Analisi della produzione di energia rinnovabile



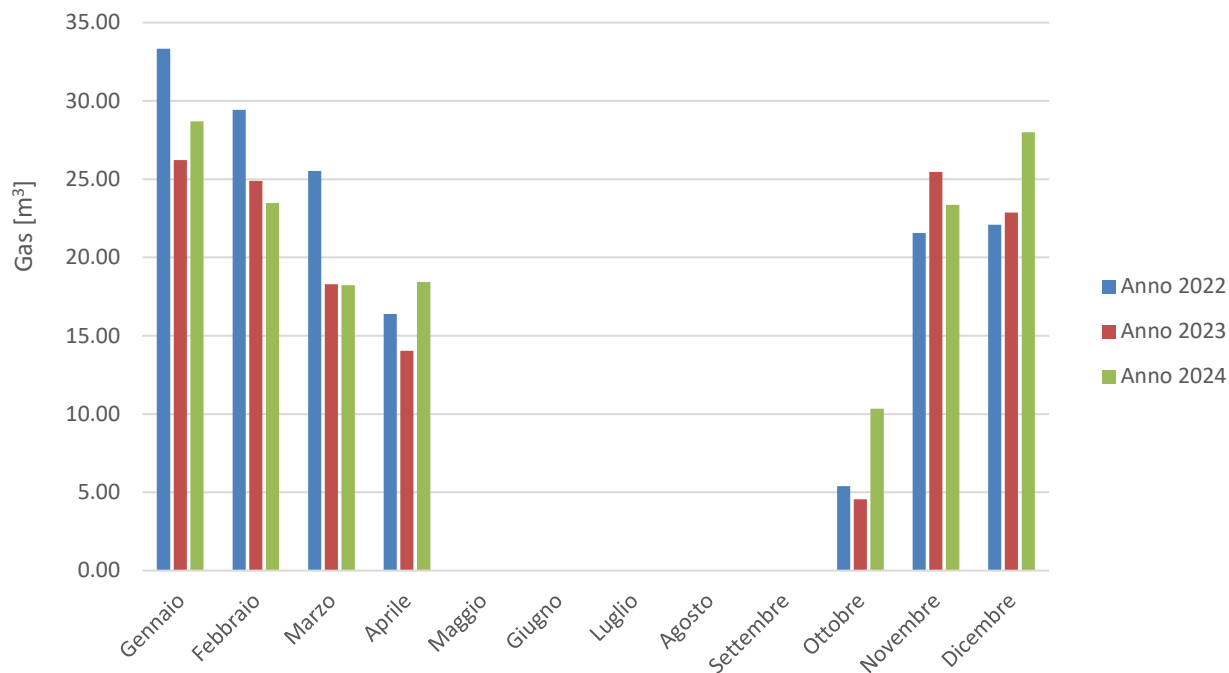
La maggior parte dell'energia prodotta viene **autoconsumata**.

È però possibile notare che l'energia richiesta dalla rete rimane comunque in **quantità significativa durante tutto l'anno** e che quindi il contributo del fotovoltaico non è mai sufficiente a coprire neanche il 50% dei consumi elettrici attuali.

I dati dimostrano una producibilità media annua pari a circa 26.000 kWh, corrispondenti quindi ad approssimativamente **830 kWh/kW_p**.
Tale valore risulta leggermente inferiore alla produttività attesa, che dovrebbe attestarsi intorno ai 900 kWh/kW_p



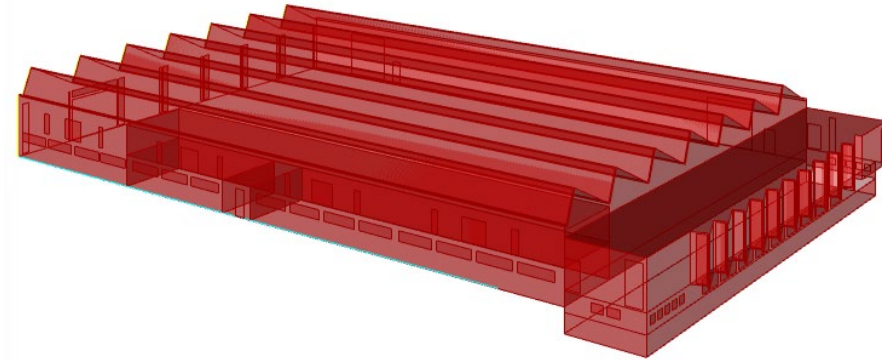
Analisi dei consumi di gas naturale



I consumi totali di gas metano risultano pari a 57.608 m³ nel 2022, 48.680 m³ nel 2023 e 53.477 m³ del 2024, suddivisi nei mesi dell'anno coerentemente con l'utilizzo del gas all'interno dell'edificio. Il gas metano viene impiegato sostanzialmente per l'alimentazione delle caldaie e dei generatori di aria calda per riscaldamento ambienti. Il consumo medio nel triennio è quindi pari a circa **52.000 m³/anno**.

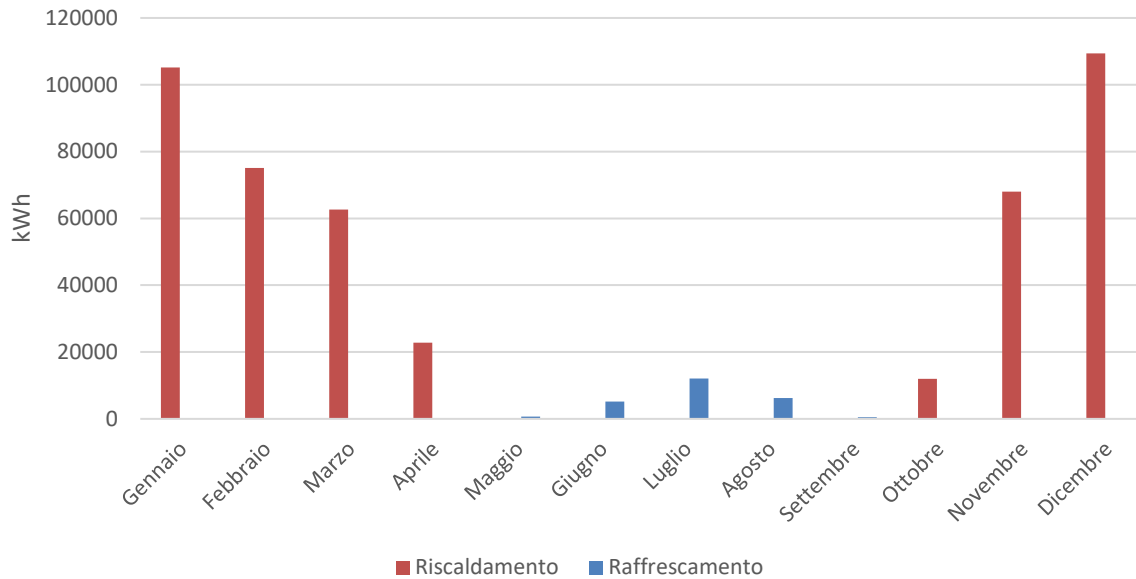
Modellazione energetica in regime dinamico

Zone termiche	m ²	Person e per m ²	Illuminazio ne [W/m ²]	Apparecchiati ure [W/m ²]	Ricambio d'aria [volumi/o ra]	Setpoint (riscaldamen to/ raffrescamen to)
Fabbrica	2210	0,01	6	5	0,5	21/-
Uffici	549		6		0,7	21/25
Servizi	260		2		1	21/25
Archivio	267	0,01	1	-	0,8	20/-



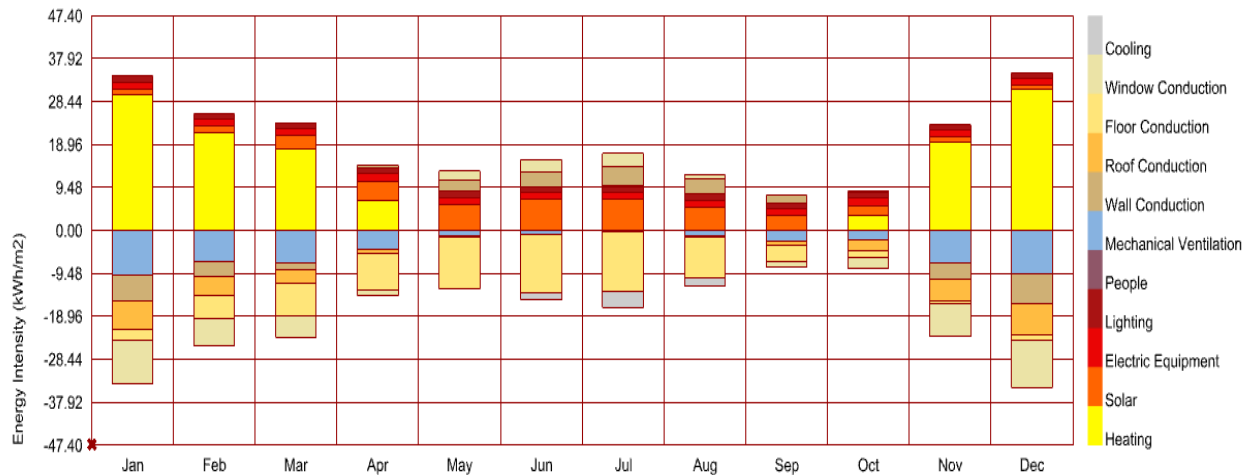
	Materiale	Spessore [m]	Calore specifico [J/kgK]	Conducibilità [W/mK]	Densità [kg/m ³]
Pareti esterne	Blocchi Leca & Beton B25 ST	0,25	1000	0,703	1600
Copertura	Lamiera Ondulit COVERIB	0,0024	502	50	7850
	Lana di vetro	0,03	1030	0,040	50
	Lamiera preverniciat a	0,0006	502	200	7850
Pavimentazi one	Calcestruzzo	0,3	1000	1,4	2000

Modellazione energetica in regime dinamico

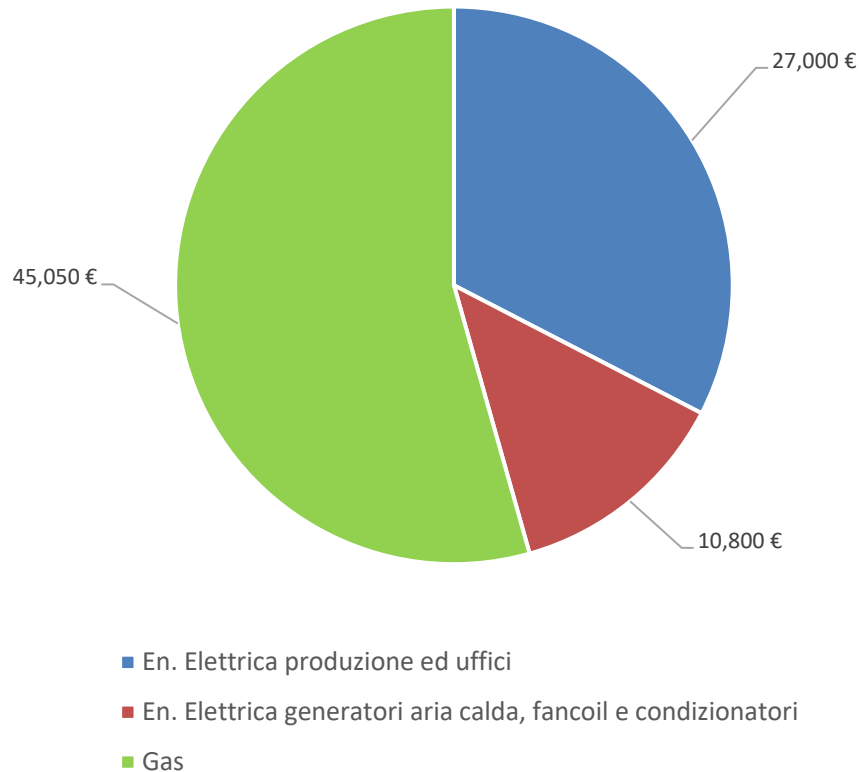


Fabbisogno termico dell'edificio per riscaldamento invernale di circa **455.000 kWh anno** (equivalenti a circa 130 kWh/m²) e per raffrescamento estivo di circa **24.000 kWh anno**.

Il fabbisogno reale di riscaldamento nel 2022 e è stato stimato pari approssimativamente a **470.000 kWh**, corrispondenti a circa **134 kWh/m²anno**.



Ripartizione della spesa energetica



La spesa maggiore è quella legata al **riscaldamento** (circa il 54% del totale), mentre la spesa totale per climatizzazione estiva incide in modo non particolarmente rilevante sul totale annuo in quanto gli spazi climatizzati risultano solo una frazione minoritaria della superficie totale dell'edificio.

La spesa energetica totale media dell'edificio ammonta quindi a circa **83.000 €/anno**, corrispondenti a circa **24 €/m²** di superficie di pavimento.

A livello generale, l'incidenza superiore al 50% dei consumi per riscaldamento sul totale **risulta una quota non trascurabile**, in particolare considerando che si tratta di un edificio industriale con destinazione produttiva.

1. **L'edificio risulta scarsamente coibentato.** In particolare si evidenzia una consistente dispersione termica attraverso la copertura a shed, caratterizzata da una notevole superficie, sia opaca che trasparente, e da superfici altamente disperdenti. L'impianto di riscaldamento ad aria e la considerevole altezza interna dell'edificio nello spazio produttivo favoriscono inoltre la **stratificazione termica**.
2. L'impianto di riscaldamento degli spazi produttivi, costituito da generatori di aria calda con bruciatore a gas naturale, **risulta datato e scarsamente efficiente.**
3. **La produzione dell'impianto fotovoltaico risulta leggermente inferiore alle attese.** La causa più probabile è l'eccessivo sporcamento dei moduli fotovoltaici, considerando il loro posizionamento orizzontale in copertura che non agevola il dilavamento con la pioggia.. L'impianto esistente, inoltre, è caratterizzato da una potenza limitata e copre quindi solo una quota minoritaria dei consumi elettrici dell'edificio.
4. **Sono presenti alcuni carichi elettrici potenzialmente riducibili o eliminabili,** quali ad esempio i fan coil o gli ausiliari dell'impianto di riscaldamento, che influiscono su consumo annuale. Tuttavia, al fine di individuare e quantificare in modo più preciso il potenziale di riduzione di tali carichi è necessario però effettuare un monitoraggio puntuale, secondo quanto descritto nel successivo punto successivo.
5. **Non è presente un sistema di monitoraggio dei consumi** e delle temperature ambiente, rendendo quindi difficoltoso individuare inefficienze di gestione o controllo dei carichi.

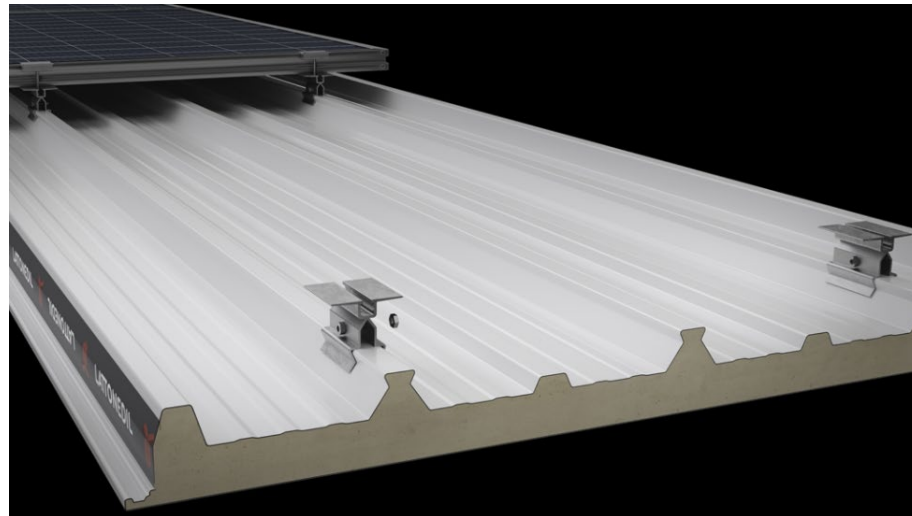
Sintesi degli scenari di efficientamento

Scenario A – Rifacimento della copertura

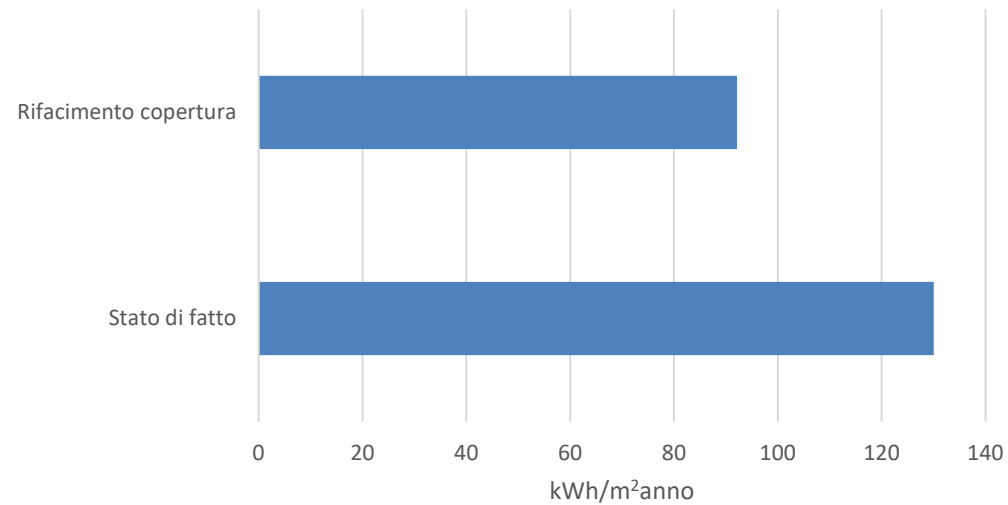
Nel primo scenario proposto si ipotizza un intervento di **coibentazione della copertura e la sostituzione dei serramenti originali** con altri più performanti.

L'intervento ipotizzato prevede nello specifico:

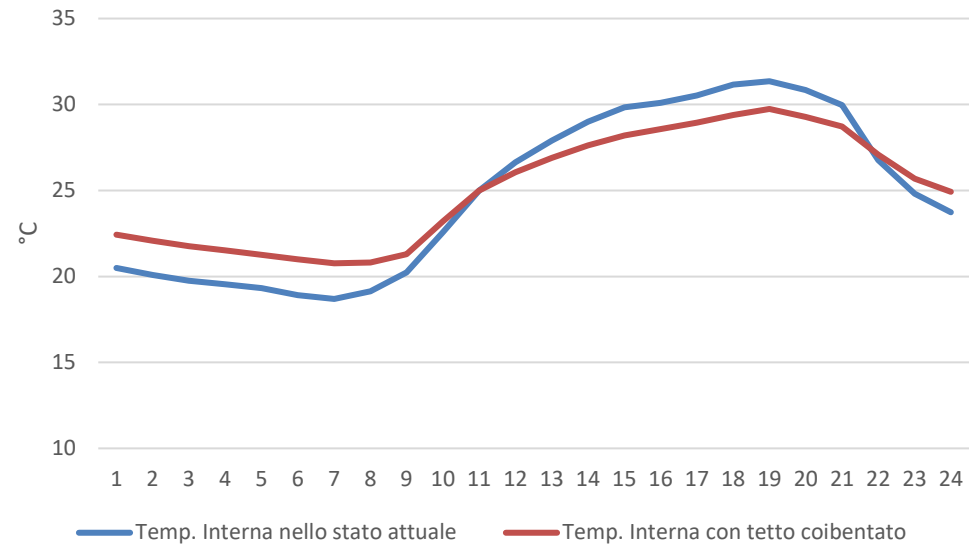
- la sostituzione della finitura opaca esistente, rimuovendo completamente i pacchetti presenti allo stato di fatto e posizionando dei **pannelli sandwich coibentati autoportanti**.
- la sostituzione del sistema di serramenti esistenti per le porzioni trasparenti con dei nuovi telai e delle superfici di **policarbonato alveolare isolante**. Si precisa che la scelta del policarbonato è dettata dalla necessità di non incrementare il peso della copertura rispetto allo stato di fatto.



Sintesi degli scenari di efficientamento



Scenario A – Rifacimento della copertura

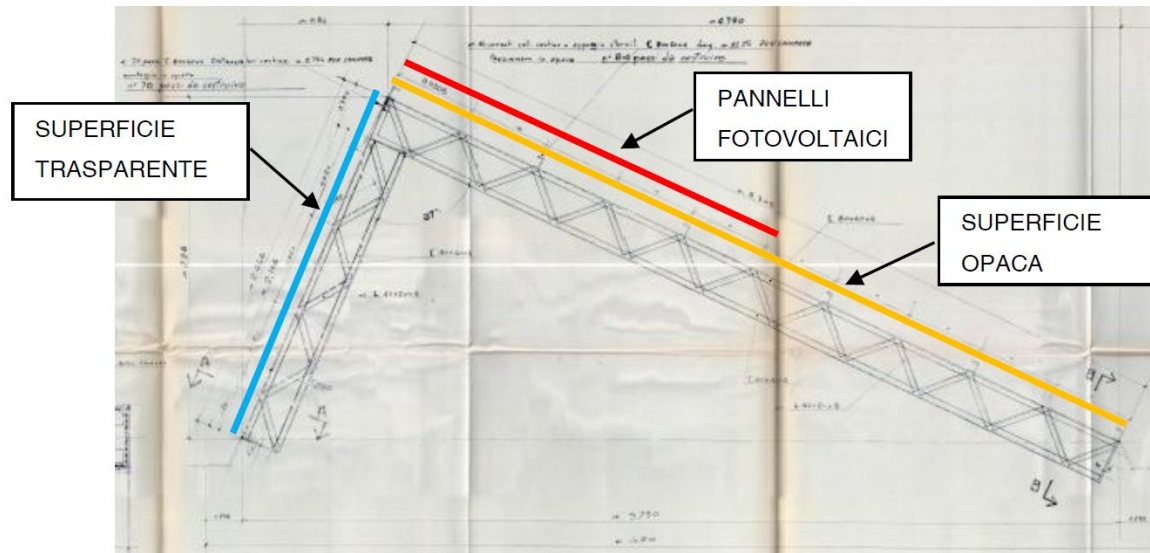


Sintesi degli scenari di efficientamento

Scenario B – Potenziamento dell'impianto fotovoltaico

L'intervento prevede un potenziamento dell'impianto esistente, utilizzando la superficie offerta dalla copertura a shed. Tale copertura risulta infatti caratterizzata da orientamento ed inclinazione ottimali ai fini dello sfruttamento della radiazione solare.

Nello specifico, escludendo le porzioni di tetto soggette ad auto-ombreggiamento causato dalle file di shed, si è stimato che siano installabili circa **350 moduli fotovoltaici monocristallini ad alta efficienza, aventi potenza pari a 500 W_p**.



Sintesi degli scenari di efficientamento

Scenario C – Manutenzione straordinaria impianto fotovoltaico e verifica tecnico-funzionale

Si prevede una ispezione visiva dell'impianto volta a determinare lo stato di sporco dei moduli fotovoltaici. In caso di presenza di evidenti depositi di particolato o altre sostanze è necessario programmare **un intervento di pulitura dei moduli stessi**.

Successivamente si suggerisce di eseguire una **prova tecnico-funzionale dell'intero impianto**, che includa la verifica:

- della continuità elettrica e connessione tra i moduli;
- della messa a terra di masse e scaricatori;
- del corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete) etc.;
- dell'isolamento dei circuiti elettrici dalle masse.

Sintesi degli scenari di efficientamento

Scenario D – Razionalizzazione dei carichi elettrici superflui

Si prevede la **disattivazione di carichi superflui nei periodi di inutilizzo**.

L'attenzione sarà concentrata su tutti gli ausiliari degli impianti di climatizzazione e sui consumi di stand-by delle apparecchiature di produzione.

L'intervento è effettuabile prevedendo dei relè comandabili mediante timer/sensori.

Il costo di tale intervento è stato stimato indicativamente pari a 1.000 € oltre IVA, imputando tale costo all'installazione di relè sui circuiti interessati, ma si rende necessario un approfondimento una volta acquisiti i dati mediante un monitoraggio puntuale dei carichi.

Sintesi degli scenari di efficientamento

Scenario E – Sostituzione dei generatori a gas con pompe di calore

Il riscaldamento con pompe di calore risulta più efficiente dal punto di vista energetico ed economico rispetto a quello effettuato con caldaie e generatori a gas naturale.

Si prevede quindi di sostituire gli attuali generatori di aria calda alimentati a gas con delle **pompe di calore monoblocco del tipo aria-acqua, ad alta temperatura, abbinate a delle unità ventilanti**. Le macchine sostituiranno i generatori esistenti e saranno collocate nella medesima posizione, consentendo i seguenti vantaggi:

- l'azzeramento completo delle emissioni locali, in conformità con la definizione di **“zero-emission building”** recentemente introdotta dall'ultima versione della Direttiva EPBD IV;
- un risparmio energetico in termini di energia primaria non rinnovabile quantificabile in **circa il 30% rispetto allo stato di fatto**;
- la possibilità di utilizzare le pompe di calore **anche nel periodo estivo in modalità raffrescamento/deumidificazione**, per evitare che temperatura ed umidità relative interne superino valori critici per l'attività lavorativa.

Sintesi degli scenari di efficientamento

Intervento proposto	Investimento [€]	Tipo di incentivo	Investimento al netto dell'incentivo [€]	Tempo di ritorno semplice con incentivo [anni]
A) Rifacimento della copertura	380.000	Detrazioni fiscali Ecobonus	320.000	21,3
B) Potenziamento dell'impianto fotovoltaico	190.000	Conto Termico	135.000	3,5
C) Manutenzione straordinaria impianto fotovoltaico e verifica tecnico-funzionale	1.000	-	1.000	2
D) Razionalizzazione dei carichi elettrici superflui	1.000	-	1.000	2
E) Sostituzione dei generatori a gas con pompe di calore	195.000	Conto Termico	95.000	9,2

A fronte di un investimento totale di circa 767.000€, corrispondenti a 552.000€ al netto degli incentivi, si otterrebbe un **tempo di ritorno semplice pari a circa 8 anni**. In un periodo di vita utile di 20 anni si avrebbe quindi un **beneficio economico netto non attualizzato superiore a 700.000€**.

Monitoraggio energetico

Indipendentemente dalle azioni di efficientamento, si suggerisce di installare un **sistema di monitoraggio che consenta di rilevare in modo continuativo:**

- Principali carichi elettrici (pompe di calore, illuminazione, forza motrice);
- Temperature negli ambienti;
- Produzione dell'impianto fotovoltaico.



Ciò consente di rilevare tempestivamente anomalie, attuare logiche di gestione dei consumi ed avere una ripartizione certa dei consumi/costi energetici



**Grazie per
l'attenzione**

claudio.delpero@polimi.it